



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 196 52 325 C 1

⑤① Int. Cl.⁶:
H 01 L 27/08
H 01 L 23/525
// H03M 1/12

②① Aktenzeichen: 196 52 325.7-33
②② Anmeldetag: 16. 12. 96
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 7. 5. 98

(2)

DE 196 52 325 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Zettler, Thomas, Dr.rer.nat., 81737 München, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	41 13 961 A1
US	53 37 173
EP	06 55 783 A1
JP	05-1 14 835 A

⑤④ Integrierte Halbleiterschaltung mit Kapazitäts-Redundanz

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine integrierte Halbleiterschaltung aus wenigstens einer Kapazität (12) und wenigstens einem Transferelement (14, 15). Bei Ausfall der wenigstens einen Kapazität (12) ist mit dem Transferelement (14, 15) wenigstens eine Redundanz-Kapazität (13) anstelle der ausgefallenen Kapazität (12) zuschaltbar.

DE 196 52 325 C 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine integrierte Halbleiterschaltung aus wenigstens einer Kapazität und Transfer-
elementen, bei der bei Ausfall der wenigstens einen Kapazi-
tät mit den Transferelementen wenigstens eine Redundanz-
Kapazität zuschaltbar ist.

Bekanntlich werden integrierte Halbleiterschaltungen, in
die Kapazitäten integriert sind, für die verschiedensten
Zwecke benötigt und auch eingesetzt. So haben beispiels-
weise Ladungspumpen, Analog/Digital-Wandler und Span-
nungspuffer integrierte Kapazitäten.

Abhängig von dem Verwendungszweck werden in sol-
chen integrierten Halbleiterschaltungen auch Kapazitäten
mit relativ großen Kapazitätswerten vom pF-Bereich bis
hinauf zum nE-Bereich benötigt. Derartige größere Kapazi-
tätswerte speziell im nE-Bereich erfordern eine relativ große
Kondensatorfläche.

Mit steigender Kondensatorfläche wird aber bei der Her-
stellung einer integrierten Halbleiterschaltung die Wahr-
scheinlichkeit eines herstellungsbedingten lokalen Defektes
in einer solchen Kapazität mit großem Kapazitätswert grö-
ßer. Mit anderen Worten, größere Kapazitätswerte von Ka-
pazitäten bedingen zwangsläufig höhere Ausbeuteeinbußen
bei der Fertigung von integrierten Halbleiterschaltungen.
Bisher werden integrierte Halbleiterschaltungen, bei denen
in Kapazitäten herstellungsbedingte Defekte vorliegen, ver-
worfen, was in vielen Fällen äußerst unwirtschaftlich ist.

In der DE 41 13 961 A1 ist eine Halbleitereinrichtung mit
einem redundanten Ersatzschaltkreisbereich beschrieben.
Durch Abschmelzen und Entfernen einer Lasertrimm-
Schmelzverbindung wird ein defekter Schaltkreisbereich
den redundanten Schaltkreisbereich ersetzt.

Aus der US 5 337 173 ist eine Flüssigkristallanzeige
(LCD) mit Speicherkapazitäten bekannt. Jeweils zwei be-
ziehungsweise vier Speicherkapazitäten ist eine Hilfska-
pazität zugeordnet. Defekte Speicherkapazitäten können mit-
tels eines YAG-Lasers abgetrennt werden und die Hilfska-
pazität kann auf eine nicht näher beschriebene Art ange-
schlossen werden.

Schließlich ist aus JP 5-114 835 A eine integrierte Filter-
schaltung bekannt, mit einer Gruppe von Kapazitäten mit je-
weils einem Schalter in Reihe und einer Gruppe baugleicher
Kapazitäten, ebenfalls mit Schalter in Reihe. Die Schalter
werden durch eine Kontrolleinheit so angesteuert, daß de-
fekte Kapazitäten aus der ersten Gruppe durch solche aus
der zweiten Gruppe ersetzt werden.

Diesen bekannten Anordnungen gemein ist, daß nach
dem Zuschalten der Ersatz-Kapazitäten beziehungsweise
Schaltkreisbereiche jeweils parasitäre Kapazitäten durch die
defekten Kapazitäten beziehungsweise Schaltkreisbereiche
zum Tragen kommen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine in-
tegrierte Halbleiterschaltung zu schaffen, die beim Zuschal-
ten von Redundanz-Kapazitäten infolge von defekten Ka-
pazitäten parasitäre Kapazitäten vermeidet.

Zur Lösung dieser Aufgabe zeichnet sich eine integrierte
Halbleiterschaltung der eingangs genannten Art erfindungs-
gemäß dadurch aus, daß beide Anschlüsse der Kapazität und
der Redundanz-Kapazität jeweils mit einem Transfer-
element verbunden sind.

Es ist möglich, zu den Kapazitäten, die in einer ersten An-
zahl vorliegen, eine zweite Anzahl von Redundanz-Kapazi-
täten parallel zu schalten. Die zweite Anzahl kann dabei
gleich zu der ersten Anzahl sein. Jedoch ist es selbstver-
ständlich auch möglich, die zweite Anzahl kleiner zu ma-
chen, so daß weniger Redundanz-Kapazitäten als Kapazi-
täten vorliegen. Beispielsweise kann auch eine Redundanz-

Kapazität jeweils parallel zu zwei Kapazitäten liegen.

Für die Transferelemente können NMOS-, PMOS-,
CMOS- oder auch bipolare Transferelemente eingesetzt werden.
Ebenso ist es auch möglich, für das Transferelement eine
Fuse und/oder eine Antifuse einzusetzen. Unter einer Fuse
bzw. einer Antifuse ist dabei eine auftrennbare Verbindungs-
brücke bzw. eine verbindbare Leitungsunterbrechung zu
verstehen (vergleiche beispielsweise EP-A1-0 655 783).
Für eine Fuse kann in vorteilhafter Weise beispielsweise
eine Laser-Fuse eingesetzt werden, bei der eine Verbind-
ungsbrücke mittels eines Laserstrahles unterbrochen wird.

Zur Verdeutlichung ist in der Fig. 5 eine Fuse dargestellt,
während Fig. 6 eine Antifuse zeigt. In Fig. 5 ist die Grund-
struktur einer lateralen Diffusions-Fuse mit einer niedrig n-
dotierten, schmalen flachen Diffusionsbahn 1 mit einer
Breite von etwa 0,5 bis 1 µm, welche von einem großen p-
dotierten Gebiet 2 umgeben ist, dargestellt. Das Gebiet 2
kann das Substrat eines Halbleiterkörpers mit dem Grund-
material Silizium sein, welches durch Grunddotierung mit
beispielsweise Bor in einer Konzentration von etwa 3×10^{15}
cm⁻³ vordotiert ist. Die Diffusionsbahn wird durch Implan-
tation von Arsen mit einer Energie von 120 keV und einer
Dosis von etwa $5,0 \times 10^{14}$ cm⁻² hergestellt. Auf die Oberflä-
che 3 des Halbleiterkörpers wird eine transparente Abdeck-
schicht 4 aufgetragen. Zur Aktivierung der auftrennbaren
Verbindungsbrücke aus der Diffusionsbahn 1 wird diese
durch kurzzeitige Bestrahlung mit Laserlicht in einem Akti-
vierungsabschnitt 6 hochohmig gemacht bzw. umdotiert,
was zur Unterbrechung der Diffusionsbahn 1 führt.

Fig. 6 zeigt eine laterale Antifuse, bei der eine p⁺-
dotierte, breite, tiefe Diffusionsbahn 5 mit zwei Leitungsbahn-
stücken 7, 8 in einer n-leitenden Wanne 9 in einem Halblei-
terkörper 10 vorgesehen ist. Eine Lücke 11 zwischen den
Leiterbahnstücken 7, 8 kann durch Einwirkung eines Laser-
strahles umdotiert werden, was zu einer dauerhaften elektri-
schen Verbindung zwischen den beiden Leitungsbahnstük-
ken 7, 8 führt.

Als Fuse kann ebenso die in Fig. 7 dargestellte Polysili-
zium Laser-Fuse verwendet werden.

Diese Fuse bzw. Antifuse sind nicht Gegenstand der vor-
liegenden Erfindung, können bei dieser aber in vorteilhafter
Weise eingesetzt werden.

Wesentlich an der vorliegenden Erfindung ist, daß einer
Kapazität eine Redundanz-Kapazität zugeordnet ist. Dabei
wird die Kapazität in vorteilhafter Weise in m Teile unter-
teilt, wobei m wenigstens 1 beträgt. Diese m Kapazitäten
sind dann n Redundanz-Kapazitäten zugeordnet, wobei n
wenigstens den Wert 1 hat. Mit anderen Worten, einer Ka-
pazität ist wenigstens eine Redundanz-Kapazität zugeordnet.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen
näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels
der Erfindung, bei dem m Kapazitäten n Redundanz-Kapazi-
täten zugeordnet sind, wobei als Transferelemente NMOS-,
PMOS- oder CMOS-Transferelemente eingesetzt sind;

Fig. 2 ein Schaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels
der Erfindung, bei dem als Transferelemente Laser-Fuses
verwendet werden;

Fig. 3 ein Schaltbild eines dritten Ausführungsbeispiels
der Erfindung, bei dem nicht-parallelen Kapazitäten eine
Redundanz-Kapazität zugeordnet ist;

Fig. 4 ein Schaltbild eines weiteren Ausführungsbeispiels
der Erfindung, bei dem als Transferelemente Parallelschal-
tungen von Fuses und Antifuses eingesetzt sind;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Fuse;

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Antifuse, und

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Polysilizium
Laser Fuse.

Die Fig. 5 und 6 sind bereits eingangs erläutert worden.

In Fig. 1 sind m Kapazitäten 12 parallel zueinander geschaltet und weisen insgesamt eine Kapazität mit beispielsweise dem Kapazitätswert C_a auf. Dabei können zur Vereinfachung die einzelnen Kapazitäten 12 jeweils den gleichen Kapazitätswert C_m haben. Diesen m Kapazitäten sind n Redundanz-Kapazitäten 13 zugeordnet. Diese Redundanz-Kapazitäten 13 haben ebenfalls gleiche Kapazitätswerte mit jeweils der Größe C_{rn} , wobei $C_m = C_{rn}$ gilt. Mit anderen Worten; die Kapazitätswerte der einzelnen Kapazitäten 12 und Redundanz-Kapazitäten 13 sind jeweils gleich zueinander.

Die Kapazitäten 12 und 13 sind nun jeweils über Transferelemente 14, 15 und Steuerleitungen 19, 20 miteinander verbunden. Dabei liegen $m+n$ Steuerleitungen 19 und $m+n$ Steuerleitungen 20 vor, so daß insgesamt $2(m+n)$ Steuerleitungen vorhanden sind.

Bei Ausfall einer speziellen Kapazität 12 kann durch entsprechendes Schalten der Transferelemente 14, 15 diese spezielle Kapazität 12 abgeschaltet und dafür eine entsprechende Redundanz-Kapazität 13 zugeschaltet werden. Bei verschiedenen Kapazitätswerten der Kapazitäten 12 kann dabei jeder Kapazität 12 eine entsprechende Kapazität 13 mit gleichem Kapazitätswert zugeordnet sein, so daß die Gesamtkapazität bei Ersetzen der ausgefallenen Kapazität durch die Redundanz-Kapazität gleich bleibt.

Ist die Gesamtkapazität nach oben hin unbegrenzt und darf für die Funktion der integrierten Halbleiterschaltung nur ein Minimalwert der Gesamtkapazität nicht unterschritten werden, so können im Ausgangszustand auch alle Kapazitäten und Redundanz-Kapazitäten eingeschaltet sein. Bei Auftreten eines Defektes wird dann lediglich die defekte Kapazität bzw. Redundanz-Kapazität abgeschaltet.

Für die Transferelemente 14, 15 können in vorteilhafter Weise elektrisch steuerbare NMOS-, PMOS- oder CMOS-Transferelemente eingesetzt werden. Selbstverständlich ist es aber auch möglich, bipolare Transferelemente, wie beispielsweise Bipolar-Transistoren zu verwenden.

Bei einem Test der integrierten Halbleiterschaltung kann mit Hilfe dieser Transferelemente die notwendige Stellung der Steuersignale ermittelt werden. Mittels eines Testprogrammes können dann systematisch die Steuersignale so lange verändert werden, bis der Schaltungsblock mit einer Kapazität 12 richtig arbeitet oder seine Nicht-Reparierbarkeit durch Einsatz einer Redundanz-Kapazität 13 erkannt ist.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen integrierten Halbleiterschaltung, bei dem ebenfalls von parallel geschalteten Kapazitäten 12 ausgegangen wird, denen hierzu parallel liegende Redundanz-Kapazitäten 13 zugeordnet sind. Diese Schaltungsanordnung entspricht dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 mit der Ausnahme, daß für die Transferelemente Laser-Fuses 16 eingesetzt werden.

Da die Auftrennung der Laser-Fuses 16 durch kurzzeitige Bestrahlung mit einem Laserstrahl, wie erläutert, irreversibel ist, müssen defekte Kapazitäten 12 vor der Auftrennung beispielsweise durch "Hot Spot Analyse" ermittelt werden.

Die Kapazitäten brauchen nicht parallel zueinander zu liegen. Vielmehr ist es auch möglich, Kapazitäten zu verwenden, die nicht parallel zueinander sind.

Fig. 3 zeigt ein solches Ausführungsbeispiel, bei dem Kapazitäten 12, 12' nicht parallel zueinander angeordnet sind. Diesen Kapazitäten 12, 12' ist eine Redundanz-Kapazität 13 zugeordnet, wobei jeder Anschluß der Kapazitäten 12, 12' jeweils über eine Fuse 16 mit einer ihm zugeordneten Fuse 16 eines Anschlusses der Redundanz-Kapazität 13 verbunden ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, anstelle der

Fuses 16 Transferelemente wie in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 einzusetzen.

Weisen alle Kapazitäten 12 und 12' sowie die Redundanz-Kapazität 13 einen gemeinsamen Pol über Anschlüsse 17 auf, dann können die mit diesen Anschlüssen 17 verbundenen Fuses 16 eingespart werden. Die Anzahl der Fuses wird auf diese Weise halbiert.

Fig. 4 zeigt schließlich ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Transferelemente aus Parallelschaltungen von Fuses 16 und Antifuses 18 bestehen.

Ein Reparaturvorgang bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 4 könnte dann in der folgenden Weise vorgenommen werden: Zunächst wird ein Testlauf durchgeführt. Wird dabei eine defekte Kapazität 12 festgestellt, so wird die entsprechende Fuse 16 aufgetrennt, wodurch diese defekte Kapazität 12 abgeschaltet ist. Ergibt ein weiterer Testlauf keine Fehlermeldung, so wird die Schaltungsanordnung als repariert angesehen. Liegt dagegen immer noch ein Fehler vor, so wird bei der betreffenden Kapazität 12 die Antifuse aktiviert, d. h., die Kapazität wird zugeschaltet. Es wird sodann mit der nächsten Fuse fortgefahren, d. h. die entsprechende Verbindung aufgetrennt.

Mit diesem Algorithmus können Fehler repariert werden, bei denen nur eine Kapazität betroffen ist.

Die Erfindung ermöglicht so eine Kapazitäts-Redundanz bei einer integrierten Halbleiterschaltung mit Kapazitäten, so daß ein Verwerfen der integrierten Halbleiterschaltung nicht erforderlich ist, wenn in einer Kapazität ein Defekt vorliegt. Wesentlich ist dabei die Zuordnung von wenigstens einer Redundanz-Kapazität zu einer Kapazität, die ihrerseits in vorteilhafter Weise in zahlreiche Einzelkapazitäten aufgetrennt ist.

Patentansprüche

1. Integrierte Halbleiterschaltung aus wenigstens einer Kapazität und Transferelementen, bei der bei Ausfall der wenigstens einen Kapazität (12) mit den Transferelementen (14, 15) wenigstens eine Redundanz-Kapazität (13) zuschaltbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß beide Anschlüsse der Kapazität (12) und der Redundanz-Kapazität (13) jeweils mit einem Transferelement (14, 15) verbunden sind.
2. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Redundanz-Kapazität (13) parallel zu zwei Kapazitäten (12) vorgesehen ist (vergleiche Fig. 3).
3. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Anschluß der Redundanz-Kapazität (13) über jeweils ein Transferelement (14, 15) mit dem Transferelement (14, 15) des Anschlusses einer Kapazität (12) verbunden ist.
4. Integrierte Halbleiterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Transferelement ein NMOS-, PMOS-, CMOS- oder bipolares Transferelement ist.
5. Integrierte Halbleiterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Transferelement eine Fuse (16) und/oder eine Antifuse (18) ist.
6. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Transferelement eine Parallelschaltung aus Fuse (16) und Antifuse (18) ist (vergleiche Fig. 4).
7. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Fuse (16) eine

5

DE 196 52 325 C 1

6

Laser-Fuse ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

BEST AVAILABLE COPY

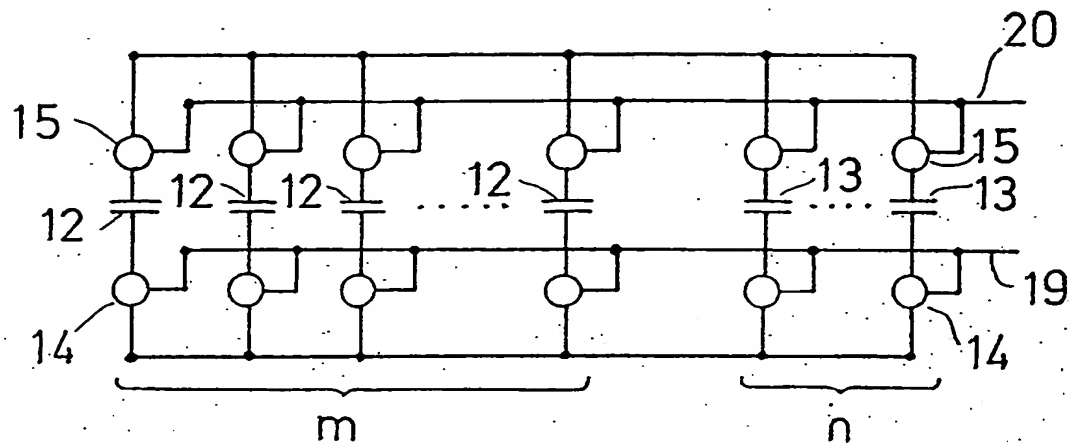


Fig. 1

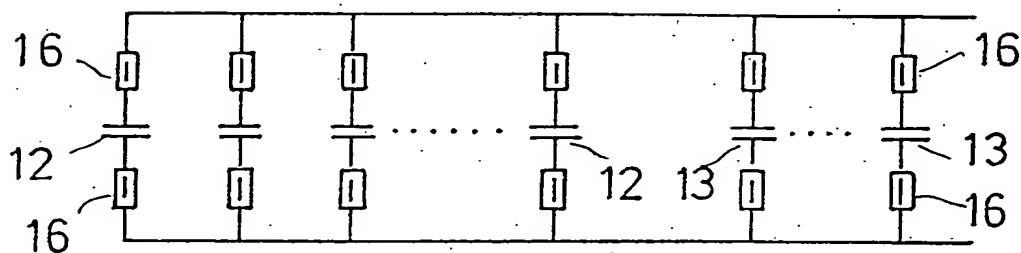


Fig. 2

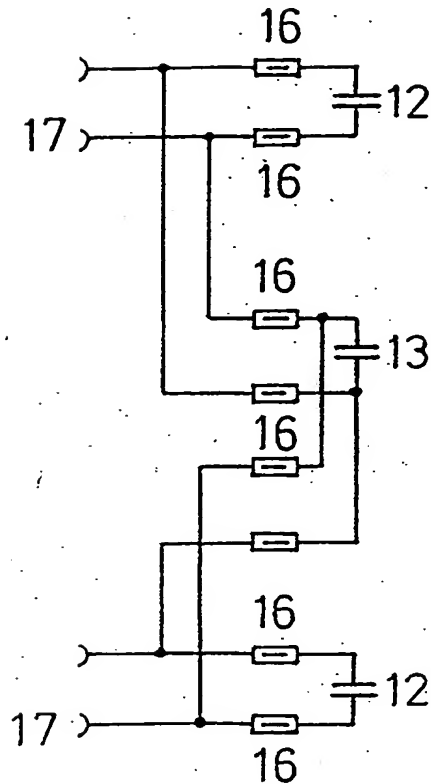


Fig. 3

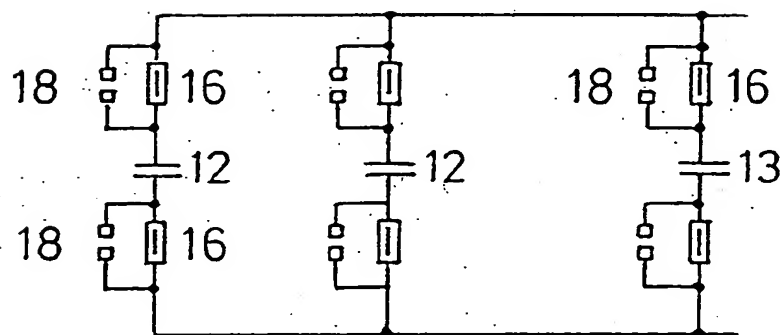


Fig. 4

BEST AVAILABLE COPY

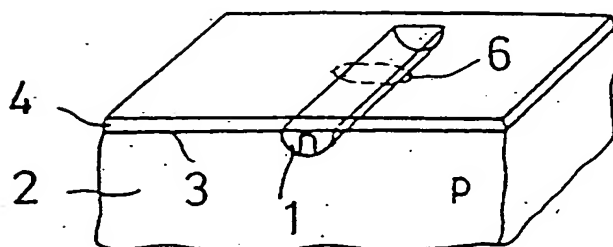


Fig. 5

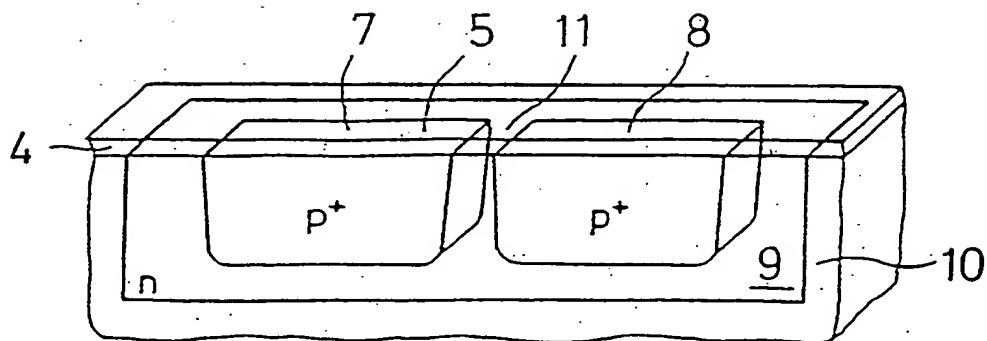
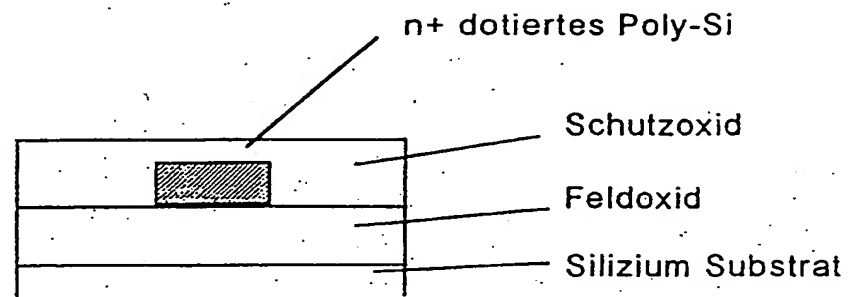


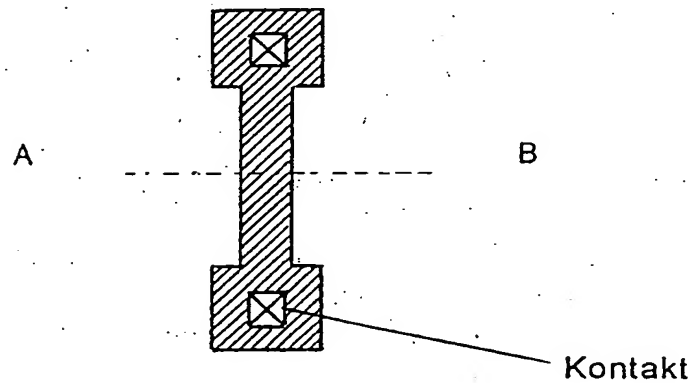
Fig. 6

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 7



Schnitt A-B



"Poly-Silizium Laser Fuse"

BEST AVAILABLE COPY